

## Imobilisasi $\text{TiO}_2$ ke dalam Resin Penukar Kation dan Aplikasinya sebagai Fotokatalis dalam Proses Fotoreduksi Ion $\text{Hg}^{2+}$

Rosyid Ridho\*, Endang Tri Wahyuni, Suyanta

Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Universitas Gadjah Mada

Sekip Utara Yogyakarta 55281

\*Email: rosyidridho@gmail.com

### Abstrak

Dalam rangka mengembangkan bahan fotokatalis  $\text{TiO}_2$  pada penelitian ini telah dilakukan preparasi fotokatalis  $\text{TiO}_2$ -Resin yang disertai dengan karakterisasi dan uji aktivitas untuk proses fotoreduksi ion  $\text{Hg}(\text{II})$ . Preparasi imobilisasi ini dilakukan dengan metode pertukaran ion yang diikuti dengan kalsinasi pada suhu tertentu. Pada preparasi telah dipelajari pengaruh konsentrasi Titanium Isopropoksida sebagai sumber ion  $\text{Ti}(\text{IV})$  terhadap  $\text{TiO}_2$ -Resin yang dikarakterisasi dengan menggunakan Difraksi Sinar X (XRD) dan Termografimetri (TGA). Pada proses fotoreduksi ion  $\text{Hg}(\text{II})$  dipelajari pengaruh massa fotokatalis, kadar  $\text{TiO}_2$  yang terimobilisasi ke dalam resin, konsentrasi Ion  $\text{Hg}(\text{II})$ , dan pengaruh pH. Proses fotoreduksi dilakukan dalam suatu reaktor tertutup yang dilengkapi dengan lampu UV, yaitu dengan cara menyinari campuran yang terdiri dari larutan ion  $\text{Hg}(\text{II})$  dan serbuk fotokatalis  $\text{TiO}_2$ -Resin, disertai dengan pengadukan selama waktu tertentu. Hasil fotoreduksi dihitung berdasarkan selisih antara konsentrasi ion  $\text{Hg}(\text{II})$  awal dengan ion  $\text{Hg}(\text{II})$  yang tak tereduksi. Penentuan konsentrasi ion  $\text{Hg}(\text{II})$  yang tak tereduksi dilakukan dengan menggunakan Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) teknik pembangkitan uap dingin atau *Cold Vapor Atomic Absorption Spectrophotometry* (CV-AAS). Hasil preparasi menunjukkan semakin tinggi konsentrasi Titanium Isopropoksida yang ditambahkan pada resin semakin tinggi juga kadar  $\text{TiO}_2$  yang terbentuk pada  $\text{TiO}_2$ -Resin. Hasil uji fotokatalis menunjukkan bahwa penggunaan fotokatalis  $\text{TiO}_2$ -Resin dapat meningkatkan hasil fotoreduksi ion  $\text{Hg}(\text{II})$  yang peningkatannya lebih tinggi dibandingkan  $\text{TiO}_2$  serbuk. Penambahan fotokatalis dengan massa yang semakin besar menambah efektivitas fotoreduksi terhadap ion  $\text{Hg}(\text{II})$  yang semakin besar, namun jika ditambahkan massa fotokatalis yang lebih tinggi lagi akan menurunkan efektivitas fotoreduksi terhadap ion  $\text{Hg}(\text{II})$ . Kenaikan konsentrasi  $\text{Hg}(\text{II})$  menyebabkan efektivitas fotoreduksi semakin rendah. Pada pH 1-4 terjadi kenaikan fotoreduksi pada ion  $\text{Hg}(\text{II})$ , akan tetapi pada pH yang lebih tinggi dari 4 menyebabkan terjadinya penurunan efektivitas fotoreduksi terhadap ion  $\text{Hg}(\text{II})$ .

**Kata kunci :** Fotokatalis,  $\text{TiO}_2$ -resin, Ion  $\text{Hg}(\text{II})$

### Abstract

To develop  $\text{TiO}_2$  photoreduction photocatalyst in order to decrease the  $\text{Hg}(\text{II})$  ion concentrate, in this research, it has been done the  $\text{TiO}_2$ -Resin photocatalyst preparation with the characterization and application to  $\text{Hg}(\text{II})$  ion photoreduction process. This preparation was done with ion exchange method which followed by studied calcinations at certain temperature. The preparation has been studied the influence of titanium isopropoxide concentrate toward  $\text{TiO}_2$ -Resin which has been characterized by using X-Ray Diffraction(XRD) and Thermogravimetry (TGA). In  $\text{Hg}(\text{II})$  ion photoreduction process, it has been studied the influence of photocatalyst mass, the content of  $\text{TiO}_2$  which immobilized into sulfonated polystyrene (resin), the ion  $\text{Hg}(\text{II})$  concentrate, and the pH influence. The photoreduction process has been done in the closed reactor that equipped by UV lamp, and uses the irradiating a mixture which contents of  $\text{Hg}(\text{II})$  ion solution and  $\text{TiO}_2$ -Resin photocatalyst powder, with the stirring at certain time. The result of photoreduction was calculated based on the difference between the earlier  $\text{Hg}(\text{II})$  ion concentrate and unreduced  $\text{Hg}(\text{II})$  ion. The determining of unreduced  $\text{Hg}(\text{II})$  ion concentrate was done by using cold vapor atomic absorption spectrophotometry (CV-AAS). The preparation result showed that the higher isopropoxide titanium that was added into sulfonated polystyrene, the higher the content of  $\text{TiO}_2$  that was formed in  $\text{TiO}_2$ -Resin. the result of photocatalyst test showed that the using using of  $\text{TiO}_2$ -Resin photocatalyst can increase the result of  $\text{Hg}(\text{II})$  ion photoreduction which the increase is higher than  $\text{TiO}_2$  powder. The added of photocatalyst by

the higher mass, adds the photoreduction effectiveness toward the Hg(II) ion. The higher the Hg(II) concentrate that added, the lower the photoreduction effectiveness. In pH 1-4, there is the photoreduction increase on Hg(II) ion, but in the highest pH that more than 4, it causes the decrease of the photoreduction effectiveness toward the Hg(II) ion.

**Keywords :** Photocatalyst, TiO<sub>2</sub>-resin, Hg(II) ion

## 1. PENDAHULUAN

Merkuri (Hg(II)) dan garamnya merupakan zat yang berbahaya yang dapat tersebar luas di lingkungan. Sumber penyebaran antara lain aktivitas berbagai industri (Cristian, *et al*, 1970), gas geothermal, dan ekstraksi emas metode amalgamasi. Merkuri di lingkungan dapat mengalami bioakumulasi sehingga konsentrasinya dapat meningkat ratusan kali. Merkuri merupakan senyawa yang bersifat toksik (Darmono, 2001).

Mengingat bahaya yang ditimbulkan oleh merkuri seperti yang telah diuraikan di atas maka perlu dilakukan upaya penanganan terhadap limbah tersebut. Penanganan tersebut dapat dilakukan dengan metode adsorpsi (Sarkar *et al.*, 2000), pertukaran ion dan fotoreduksi (Chen and Ray, 2001). Metode adsorpsi dan pertukaran ion relatif sederhana dan efektif, namun tidak menghilangkan sifat racun Hg(II), melainkan hanya memindahkannya dari larutan dan padatan adsorben atau bahan penukar ion. Selain itu apabila adsorben atau penukar ion telah jenuh oleh ion Hg(II) maka akan menjadi limbah padat yang berbahaya karena masih mengandung ion Hg yang cukup besar. Untuk mengatasi hal tersebut telah dikembangkan metode fotoreduksi yaitu reduksi dengan menggunakan cahaya dan serbuk TiO<sub>2</sub> sebagai fotokatalis, yang dapat mengubah ion Hg(II) yang sangat berbahaya bagi lingkungan menjadi logam Hg(0) yang lebih mudah penanganannya.

Walaupun penggunaan TiO<sub>2</sub> dalam bentuk serbuk untuk pengolahan limbah secara umum termasuk ion Hg(II), cukup praktis namun serbuk ini dapat hilang dari larutan sehingga reduksi tidak efektif. Agar efektif harus digunakan TiO<sub>2</sub> dalam jumlah yang banyak. Tetapi penggunaan serbuk yang banyak dapat meningkatkan kekeruhan. Hal ini mengurangi penyerapan cahaya oleh substrat sehingga efektivitas fotokatalis rendah.

Untuk mengatasi masalah tersebut maka dalam penelitian ini dilakukan imobilisasi TiO<sub>2</sub>

dalam Resin. Resin dapat berfungsi sebagai pengemban TiO<sub>2</sub> karena berstruktur rongga. Dalam penelitian ini imobilisasi dilakukan dengan metode pertukaran ion yang diikuti dengan kalsinasi. Selain itu juga dilakukan uji fotoaktivitas TiO<sub>2</sub>-Resin untuk proses fotoreduksi Hg(II) menjadi Hg(0).

## 2. METODOLOGI PENELITIAN

### Bahan yang digunakan

Titanium (IV) Isopropoksida, TiO<sub>2</sub> degusa, HgCl<sub>2</sub>, p-klorofenol, KCl, HCl 37% ( $\rho$  = 1,19 g/mL, Mr = 36,46), Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>.2H<sub>2</sub>O, asam sitrat (C<sub>6</sub>H<sub>8</sub>O<sub>7</sub>.2H<sub>2</sub>O), NaOH yang semuanya buatan Merck. Boraks (Na<sub>2</sub>B<sub>4</sub>O<sub>7</sub>.10H<sub>2</sub>O) buatan BHD Chemical Limited Poole England, pelet buffer pH 4 dan 7 buatan BDH Analar, kertas saring Whatman 42 ( $\Phi$  = 110 nm), dan akuabides buatan Laborim PAU UGM.

### Tahapan Penelitian

Penelitian ini terdiri dari imobilisasi dan karakterisasi fotokatalis TiO<sub>2</sub>-Resin serta uji fotokatalitik untuk detoksi ion Hg(II) melalui reaksi fotoreduksi terkatalisis.

### Imobilisasi TiO<sub>2</sub> pada Resin

Imobilisasi dilakukan dengan cara mempertukarkan ion Ti(II) yang berasal dari Titanium Isopropoksida dalam larutan etanol dan air sebanyak 100 ml dengan kation H<sup>+</sup> dalam resin 1 gram serta di aduk selama 24 jam dengan pegaduk magnit. Selanjutnya dilakukan pemisahan dengan kertas saring Whatman 42, sehingga diperoleh filtrat dan padatan. Padatannya dikeringkan dan dikalsinasi pada suhu tertentu, yang siap untuk dikarakterisasi maupun diuji sebagai fotokatalis. Dalam langkah ini dipelajari pengaruh konsentrasi Titanium Isopropoksida terhadap fotokatalis TiO<sub>2</sub>-Resin dengan cara membuat variasi konsentrasi TIP 0,1 M; 0,3 M; 0,5 M dan 1,5 M.

### Karakterisasi Fotokatalis TiO<sub>2</sub>-Resin

Karakterisasi dilakukan dengan metode difraksi sinar-x (XRD) guna identifikasi TiO<sub>2</sub>-Resin, metode TGA untuk menentukan kadar TiO<sub>2</sub>. Disamping itu, juga dilakukan pengukuran energi band gap (Eg) sebagai karakter suatu fotokatalis. Spektra UV-Vis. Diffusi reflektansi dibuat pada panjang gelombang 800-250 nm.

### Uji fotokatalitik TiO<sub>2</sub>-Resin untuk fotoreduksi larutan Hg(II)

Proses fotoreduksi ion Hg(II) dilakukan dengan sistem *batch* dalam reaktor yang dilengkapi dengan lampu UV 40 watt dan *plate magnetic stirrer* seperti pada gambar 1. Untuk itu, campuran yang terdiri dari larutan Hg(II) dan komposit TiO<sub>2</sub>-Resin dimasukkan ke dalam reaktor dan disinari dengan lampu UV sambil diaduk dengan pengaduk magnet dalam waktu tertentu. Pemisahan filtrat dari padatannya dilakukan dengan cara penyaringan dengan kertas Whatman 42. Filtrat yang diperoleh dianalisis dengan menggunakan AAS teknik uap dingin untuk menentukan konsentrasi ion Hg (II) sisa atau tidak tereduksi. Sementara padatan fotokatalis dikeringkan, dan di simpan untuk keperluan uji kestabilan.

Langkah yang sama dilakukan untuk mempelajari pengaruh kadar TiO<sub>2</sub> dalam TiO<sub>2</sub>-Resin massa fotokatalis, konsentrasi ion Hg(II), dan pH larutan dengan waktu penyinaran tetap (24 jam), terhadap efektivitas fotoreduksi ion Hg(II). Untuk mempelajari pengaruh variasi kadar TiO<sub>2</sub> dalam TiO<sub>2</sub>-Resin dilakukan dengan menggunakan variasi kadar TiO<sub>2</sub> yang telah didapatkan pada tahap

preparasi dengan membandingkannya dengan TiO<sub>2</sub> degusa. Pengaruh massa fotokatalis dipelajari dengan menggunakan TiO<sub>2</sub> dengan massa yang bervariasi yaitu 5, 10, 25, 50, dan 75 mg. Pengaruh konsentrasi larutan Hg(II) dipelajari dengan cara yang sama dengan konsentrasi larutan yang bervariasi yaitu 2,5; 5; 10; 20 dan 25 ppm. Pengaruh pH larutan dipelajari menggunakan prosedur yang sama pada pH bervariasi yaitu 1, 2, 3, 4, 5, 7, 10 dan 14.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil Analisis dan Karakterisasi TiO<sub>2</sub>-Resin Analisis Thermogravimetri (TGA)

Untuk mengetahui kadar TiO<sub>2</sub> yang terimobilisasi pada TiO<sub>2</sub>-Resin maka dilakukan uji Thermogravimetri yang ditunjukkan pada tabel 1 berikut:

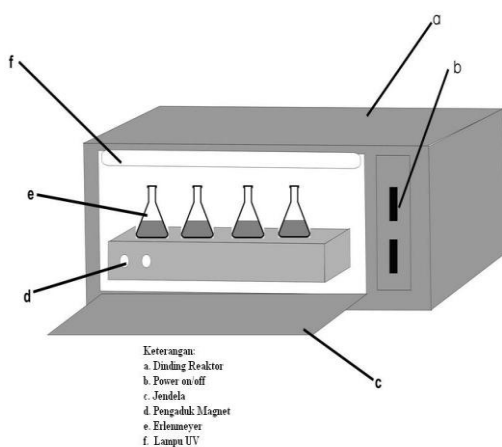
**Tabel 1.** Kadar TiO<sub>2</sub> yang terkandung pada TiO<sub>2</sub>-Resin

Konsentrasi Titanium Isopropoksida	Kadar TiO <sub>2</sub> pada TiO <sub>2</sub> -Resin % (b/b)
0,1 M	9%
0,3 M	16%
0,5 M	24%
1,5M	51%

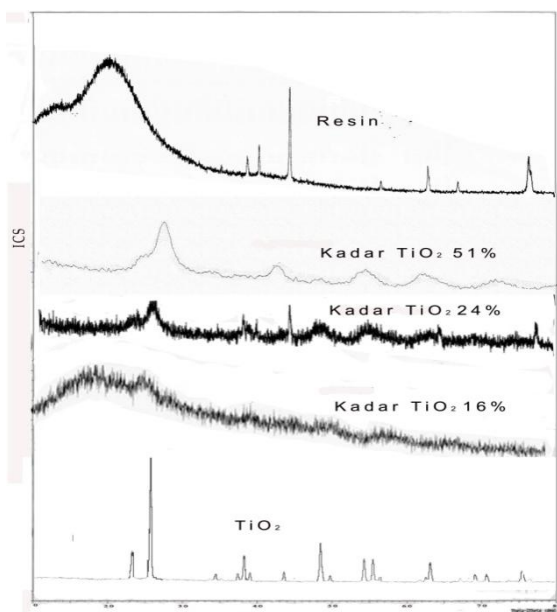
Pada tabel 1 menunjukkan hubungan yang linier antara kadar TiO<sub>2</sub> yang terkandung pada fotokatalis TiO<sub>2</sub>-Resin dengan konsentrasi Ti-Isopropoksida, hal ini dikarenakan Ti-Isopropoksida merupakan sumber dari TiO<sub>2</sub> jadi semakin banyak Ti-Isopropoksida yang ditambahkan mengakibatkan semakin banyaknya kadar TiO<sub>2</sub> pada fotokatalis TiO<sub>2</sub>-Resin. Sehingga hasil dari kadar TiO<sub>2</sub> pada TiO<sub>2</sub>-Resin dapat digunakan untuk preparasi berikutnya

### Hasil Analisis Difraksi Sinar-X TiO<sub>2</sub>-Resin dengan variasi Kadar TiO<sub>2</sub> dalam fotokatalis TiO<sub>2</sub>-Resin

Dalam penelitian ini dipelajari pengaruh kadar TiO<sub>2</sub> pada TiO<sub>2</sub>-Resin yang ditunjukkan pada gambar 2.



**Gambar 1.** Reaktor Fotokatalis



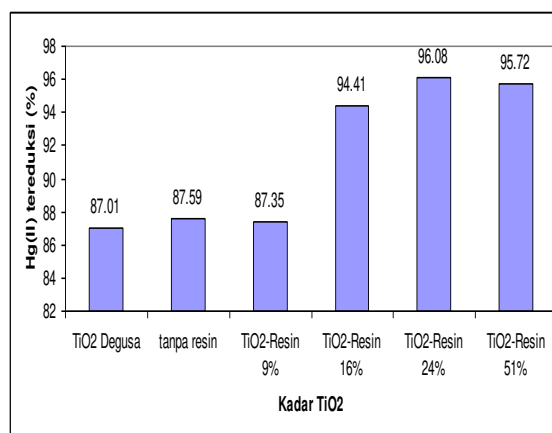
**Gambar 2.** Difraktogram XRD dengan variasi kadar TiO<sub>2</sub> pada TiO<sub>2</sub>-Resin

Dari data pada gambar 2 di atas maka dapat diketahui semakin tinggi konsentrasi Titanium Isopropoksida yang di immobilisasi ke dalam resin memberikan intensitas TiO<sub>2</sub> yang semakin tinggi. Hal ini menandakan kadar TiO<sub>2</sub> dalam TiO<sub>2</sub>-Resin semakin besar. Untuk kadar TiO<sub>2</sub> yang rendah intensitas TiO<sub>2</sub> menjadi sangat rendah dan Intensitas resin masih terlihat, namun untuk kadar TiO<sub>2</sub> yang semakin besar Intensitas resin tidak terlihat lagi hal ini dikarenakan tertutupnya bidang intensitas resin oleh TiO<sub>2</sub>. Dari data pada penelitian ini Intensitas dengan kadar 24% memberikan intensitas yang optimum karena difraksi TiO<sub>2</sub> dan Resin jelas terlihat dengan Intensitas yang besar.

### Pengaruh kadar TiO<sub>2</sub>-resin Terhadap Fotoreduksi Ion Hg(II)

Untuk mengetahui pengaruh fotokatalis terhadap efektivitas fotoreduksi ion Hg(II), telah dilakukan proses fotoreduksi ion Hg(II) menggunakan fotokatalis TiO<sub>2</sub> serbuk (Degusa), Ti-isopropoksida tanpa resin, kadar TiO<sub>2</sub> dalam resin 9%, 16%, 24%, dan 51%. Hasil kajian disajikan pada gambar 3.

Dari gambar 3 dapat diketahui efektivitas fotoreduksi TiO<sub>2</sub> degusa dengan Ti-Isopropoksida tanpa resin yang dikalsinasi pada suhu 400°C mempunyai efektivitas fotoreduksi yang relatif tetap, hal ini dikarenakan Ti-Isopropoksida jika dikalsinasi pada suhu 400°C akan melepaskan hidrat dan



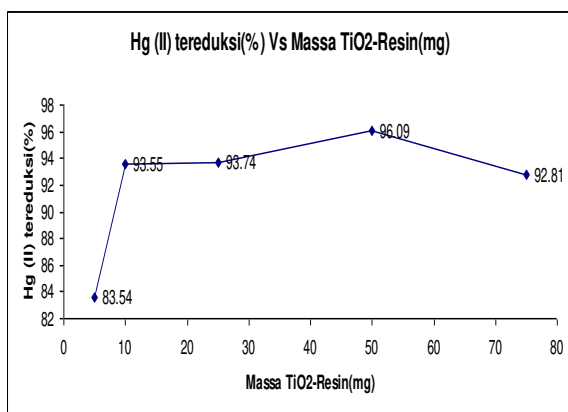
**Gambar 3.** Pengaruh konsentrasi fotokatalis terhadap fotoreduksi ion Hg(II)

membentuk TiO<sub>2</sub> sehingga efektivitas fotoreduksinya relatif sama, namun jika dibandingkan dengan konsentrasi TiO<sub>2</sub> yang diimmobilisasi ke dalam resin, maka akan terlihat kenaikan efektifitas fotoreduksi hal ini dikarenakan TiO<sub>2</sub> terikat ke dalam resin akan mengakibatkan luas permukaan fotokatalis semakin besar sehingga menyebabkan efektivitas fotoreduksi ion Hg(II) juga semakin besar.

Dari gambar 3 dapat diketahui bahwa kadar TiO<sub>2</sub> yang semakin besar akan memberikan memberikan kenaikan efektivitas fotoreduksi, akan tetapi untuk kadar TiO<sub>2</sub> yang semakin besar menyebabkan penurunan efektivitas fotoreduksi. Kadar TiO<sub>2</sub> dalam TiO<sub>2</sub>-Resin dengan massa yang semakin besar dapat menghasilkan jumlah elektron untuk fotoreduksi yang semakin banyak, sehingga proses fotoreduksi akan semakin efektif. Namun untuk kandungan TiO<sub>2</sub> dalam resin terlalu besar, maka oksida logam tersebut dapat membentuk agregat-agregat yang berukuran lebih besar. Ukuran partikel yang lebih besar akan menyebabkan luas permukaan yang semakin kecil dan proses penyerapan cahaya menjadi rendah, sehingga efektivitas fotoreduksi menjadi berkurang.

### Pengaruh Massa Fotokatalis TiO<sub>2</sub>-resin Terhadap Fotoreduksi Ion Hg(II)

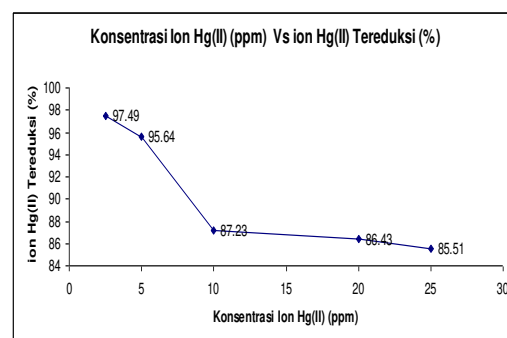
Variasi jumlah fotokatalis TiO<sub>2</sub>-Resin penting untuk dipelajari karena terkait oleh penyediaan elektron yang dihasilkan oleh permukaan fotokatalis TiO<sub>2</sub>-Resin setelah menyerap cahaya. Hasil kajian pengaruh massa fotokatalis disajikan pada gambar 4.



**Gambar 4.** Pengaruh massa fotokatalis terhadap fotoreduksi ion Hg(II)

Dari gambar 4 terlihat bahwa kenaikan massa fotokatalis TiO<sub>2</sub>-Resin yang digunakan dapat meningkatkan jumlah ion Hg(II) yang tereduksi. Kenaikan berat TiO<sub>2</sub>-resin dari 5 mg sampai 10 mg memberikan peningkatan fotoreduksi ion Hg(II) yang cukup besar, sedangkan dari 10 mg sampai 25 mg menunjukkan hasil fotoreduksi yang relatif sama walaupun terjadi kenaikan efektivitas fotoreduksi yang sangat kecil (0.19 %). Sedangkan pada penggunaan fotokatalis dari 25 mg sampai 50 mg menunjukkan kenaikan efektivitas fotoreduksi ion Hg(II) yang sangat tajam yaitu mencapai 96.09%, akan tetapi penambahan berat fotokatalis TiO<sub>2</sub>-resin sebesar 75 mg menunjukkan penurunan ion Hg(II) yang tereduksi sebesar 92.81%.

Jumlah TiO<sub>2</sub>-resin yang semakin meningkat mengakibatkan jumlah elektron yang disediakan juga semakin meningkat, peningkatan jumlah elektron tersebut akan meningkatkan reduksi Hg<sup>2+</sup> menjadi Hg<sup>0</sup>. Akan tetapi penggunaan TiO<sub>2</sub>-resin dalam jumlah yang semakin besar menyebabkan penurunan % ion Hg(II) yang tereduksi. Serbuk TiO<sub>2</sub>-resin dalam jumlah yang cukup banyak lebih mudah mengalami penggumpalan dalam suspensi. Hal ini menyebabkan luas permukaan aktif pada fotokatalis semakin kecil sehingga efektivitas ion Hg(II) yang tereduksi akan mengalami penurunan (Hoffman *et al*, 1995), selain itu dengan semakin banyaknya fotokatalis yang ditambahkan maka dapat menyebabkan kekeruhan pada larutan sehingga dapat menghalangi sinar UV yang masuk yang mengakibatkan pembentukan elektron yang dihasilkan dari fotokatalis tidak maksimal sehingga efektivitas fotoreduksi akan menurun. Jadi jelas bahwa jumlah fotokatalis yang besar



**Gambar 5.** Pengaruh konsentrasi awal larutan Hg(II) terhadap fotoreduksi Hg(II) dalam %

tidak selalu memberikan hasil yang lebih tinggi. Hasil tertinggi ditunjukkan oleh jumlah fotokatalis TiO<sub>2</sub>-resin sebanyak 50 mg. Hasil ini diperlukan untuk proses fotoreduksi selanjutnya.

#### **Pengaruh Konsentrasi Awal Hg(II) terhadap Efektivitas Fotoreduksi Ion Hg(II) Terkatalisis TiO<sub>2</sub>**

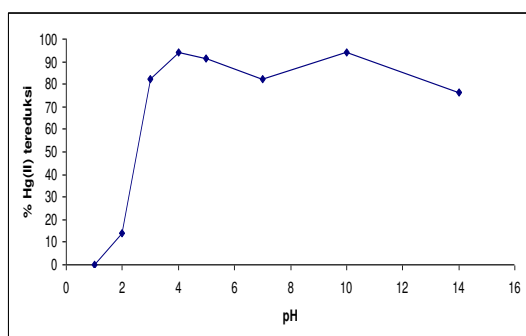
Pengaruh konsentrasi awal ion Hg(II) penting untuk dipelajari dalam menunjukkan pengaruh konsentrasi awal Hg(II) dalam proses fotoreduksi dengan fotokatalis TiO<sub>2</sub>-Resin. Hasilnya dapat dilihat pada Gambar 5.

Gambar 5 menunjukkan konsentrasi awal ion Hg(II) yang relatif rendah yaitu 2,5 – 5 mg/L memberikan fotoreduksi yang relatif tinggi yaitu sebesar 97,49% dan 95,64 %. Interval konsentrasi yang rendah kenaikan interaksi antara ion Hg<sup>2+</sup> dengan elektron lebih efektif sehingga akan meningkatkan efektivitas fotoreduksi.

Namun untuk konsentrasi awal ion Hg(II) yang cukup besar yaitu 10-25 mg/L, ternyata memberikan % ion Hg(II) tereduksi yang lebih rendah, yaitu berkisar dari 87% - 85%. Pada konsentrasi yang relatif besar, kenaikan konsentrasi dapat meningkatkan kekentalan larutan sehingga akan menghalangi tumbukan antara ion Hg(II) dengan elektron yang mengakibatkan rendahnya efektivitas fotoreduksi (Devina, 2007). Selain itu karena elektron yang tersedia pada sistem relatif tetap, maka meskipun jumlah ion Hg(II) dalam larutan meningkat, efektivitas fotoreduksi relatif tidak berubah.

#### **Pengaruh pH Larutan Pada Fotoreduksi Ion Hg(II) Terkatalisis TiO<sub>2</sub>-resin**





**Gambar 6.** Pengaruh pH larutan terhadap fotoreduksi ion Hg(II)

Pengaruh pH terhadap efektivitas fotoreduksi ion Hg(II) dipelajari dengan cara melakukan reaksi fotoreduksi pada pH bervariasi. Hasil ditunjukkan sebagai gambar 6.

Gambar 6 menunjukkan bahwa pada pH =1 tidak terjadi proses fotoreduksi, sedangkan pada pH = 2 terjadi proses fotoreduksi dengan efektivitas yang relatif rendah yaitu sebesar 14,12 %. Sedangkan, pada pH 2-4 terjadi kenaikan efektivitas fotoreduksi yang sangat tajam yang mencapai 94,29%, namun pada pH dari 4-7 terjadi penurunan efektivitas fotoreduksi ion Hg(II). Sedangkan pada pH dari 7-10 terjadi lagi kenaikan fotoreduksi ion Hg(II) sebesar 94,09% dan pada interval pH 10-14 terjadi penurunan ion Hg(II) yang sangat drastis yang mencapai 76%. Pengaruh pH ini dapat dijelaskan berdasarkan spesiasi ion Hg(II) (Tipping dan Hurley, 1992) dan permukaan fotokatalis TiO<sub>2</sub> (Hoffmann *et al.*, 1995).

Pada pH 1-4, TiO<sub>2</sub> berada dalam campuran antar TiOH<sub>2</sub><sup>+</sup> dan TiOH, dengan jumlah TiO<sub>2</sub> yang semakin banyak dengan kenaikan pH larutan. TiOH lebih mudah melepas elektron dibandingkan TiOH<sub>2</sub><sup>+</sup>. Dari spesiasi Hg(II), pada pH 1-4 berada dalam bentuk ion Hg(II) yang mudah tereduksi dengan E° = + 0,85 Volt.

Pada pH 4-7, fotoreduksi mengalami penurunan. Pada rentang pH tersebut, TiOH terbentuk secara maksimal sehingga elektron yang dihasilkan juga maksimal, namun sebagian Hg(II) telah membentuk endapan Hg(OH)<sub>2</sub> sehingga menyebabkan kekeruhan. Hal ini dapat menghalangi penyerapan cahaya oleh TiO<sub>2</sub>, sehingga pelepasan elektron kurang efektif atau jumlah elektron berkurang.

Pada pH 7-10, proses fotoreduksi sudah maksimal. Pelepasan elektron dari TiO<sub>2</sub> masih

terjadi sehingga jumlah elektron menjadi banyak. Namun, semua Hg(II) mengendap menjadi Hg(OH)<sub>2</sub> yang menempel dipermukaan TiO<sub>2</sub>, sehingga tidak ada lagi dalam larutan. Jadi berkurangnya Hg(II) dalam larutan bukan disebabkan oleh fotoreduksi melainkan karena pengendapan.

Pada pH larutan di atas 10 TiO<sub>2</sub> berbentuk TiO<sup>-</sup> sehingga sedikit melepas elektron, sehingga jumlah elektron berkurang. Pada pH tersebut, endapan Hg(OH)<sub>2</sub> sebagian larut menjadi Hg(OH)<sub>3</sub><sup>-</sup> yang terlarut. Karena ini tidak dapat tereduksi maka unsur tersebut ada dalam larutan, yang dapat terdeteksi dengan AAS.

#### 4. SIMPULAN

1. Fotokatalis TiO<sub>2</sub>-Resin telah berhasil dipreparasi dengan cara mempertukarkan Ti(II) dengan resin penukar kation, yang diikuti kalsinasi.
2. Kadar TiO<sub>2</sub> dalam TiO<sub>2</sub>-Resin semakin besar dengan kenaikan konsentrasi Titanium Isopropoksida yang dipertukarkan.
3. TiO<sub>2</sub>-Resin menunjukkan kemampuan fotokatalis pada fotoreduksi ion Hg(II) yang lebih tinggi daripada TiO<sub>2</sub> serbuk. Karena TiO<sub>2</sub> dalam TiO<sub>2</sub>-Resin yang semakin besar menghasilkan fotoreduksi yang semakin besar, namun untuk kadar yang sangat besar akan menurunkan efektivitas fotoreduksi.
4. Fotoreduksi maksimum terjadi dengan menggunakan TiO<sub>2</sub>-Resin (96,09%) pada kondisi pH= 4, massa TiO<sub>2</sub>-Resin 50 mg dengan kadar TiO<sub>2</sub> dalam TiO<sub>2</sub>-Resin 24%.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Chen and Ray, 2001, Removal of Toxic Metal Ions from Waste Water by Semiconductor Photocatalysis, Chem Engineering Science
- Christian, Atomic Absorption Spectrometric Application in Agriculture, Biology and Medicine, New York, 1970.
- Devina, 2007, Pengaruh senyawa p-klorofenol terhadap efektivitas fotoreduksi ion Hg(II) yang dikatalisis TiO<sub>2</sub>, Tesis S-2, Jurusan FMIPA UGM.
- Darmono, Lingkungan Hidup dan Pencemarannya, Hubungannya dengan Toksikologi Senyawa Logam, UI Press, Jakarta, 2001

- Ritter, J.A., J. Bibler, 1992, Water Science Technology 25
- Hoffman, M.R. , Martin, S.T. , Choi, W. And Bahremann, D.W., 1995, Environmental Application of Semiconductor Photocatalysis, Chem. Rev., 95, 69.
- Sarkar D., Essington M. E. , and Mirsa K. C., 2000, Adsorption of Mercury(II) by Kaolinite. Soil

- Science Society of America Journal, 64, 1968-1975.
- Tipping E., 1994, WHAM, A Chemical Equilibrium Model and Computer Code for Water, Sediment and Soil Incorporating a Discrete Site/Electrostatic Model of Ion-Binding by Humic Substances, Computer and Geoscience, 20, 973-1023.